

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CAMILI PAGNAN FURLAN**

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE  
BIOGÁS E FERTILIZANTE ORGÂNICO NA MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ  
COM FOCO NA CRIAÇÃO DE BOVINOS PARA PRODUÇÃO LEITEIRA**

**ARARANGUÁ - SC**

**2018**

CAMILI PAGNAN FURLAN

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA A INTEGRAÇÃO  
ENTRE BIOGÁS E FERTILIZANTE ORGÂNICO NA MICRORREGIÃO  
DE ARARANGUÁ COM FOCO NA CRIAÇÃO DE BOVINOS PARA  
PRODUÇÃO LEITEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina, como parte das  
exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro(a) de Energia.

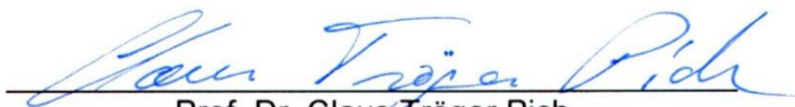
Araranguá, 27 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



---

Profa. Dra. Kátia Cilene Rodrigues Madruga  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Dr. Claus Tröger Pich  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Profa. Dra. Elaine Virmond  
Universidade Federal de Santa Catarina

# IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA A INTEGRAÇÃO ENTRE BIOGÁS E FERTILIZANTE ORGÂNICO NA MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ COM FOCO NA CRIAÇÃO DE BOVINOS PARA PRODUÇÃO LEITEIRA

Camili Pagnan Furlan<sup>1</sup>

## RESUMO

O uso intensivo de fertilizantes químicos, pesticidas e a mecanização têm causado vários problemas ambientais como contaminação do solo e da água. Diante disso, a agroecologia surge como uma alternativa. A agricultura e a pecuária geram grande quantidade de resíduos que podem servir de insumo para a agroenergia como a produção de biogás. Além disso, esse tem como coproduto o fertilizante orgânico. Na região do extremo sul catarinense, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com a Empresa de Extensão Rural Catarinense (EPAGRI) e com a Associação Técnica Sem Fronteiras tem desenvolvido um projeto para implementação de um biodigestor de baixo custo com uso de resíduos da produção leiteira. Paralelamente, UFSC e EPAGRI formaram um Centro de Estudos em Agroecologia e Agroenergia. Nesse contexto, a presente investigação objetivou a identificação de oportunidades para a integração entre produção de biogás e fertilizante orgânico na microrregião de Araranguá, SC. O trabalho de carácter descritivo-qualitativo incluiu revisão bibliográfica e documental e a análise dos dados referentes ao tipo de produção e ao potencial para geração de biogás considerando a produção leiteira. Entre os resultados, verificou-se que o potencial teórico para produção de biogás seria de aproximadamente 4.000 m<sup>3</sup>. Consequentemente, seria possível produzir fertilizante orgânico e ampliar a produção agroecológica na microrregião.

**PALAVRAS-CHAVES:** Biogás. Fertilizante orgânico. Produção Leiteira. Araranguá. Sul de Santa Catarina.

---

<sup>1</sup> Graduanda Do Curso De Engenharia De Energia Da Universidade Federal De Santa Catarina, Campus Araranguá. E-Mail: camili.furlan@gmail.com

# **OPPORTUNITIES IDENTIFICATION FOR THE INTEGRATION BETWEEN PRODUCTION OF BIOGAS AND ORGANIC FERTILIZER WITH FOCUS ON DAIRY FARMS IN ARARANGUA REGION**

**Camili Pagnan Furlan<sup>2</sup>**

## **ABSTRACT**

The intensive use of chemical fertilizers, pesticides and mechanization has caused several environmental problems such as soil and water contamination. In view of this, agroecology emerges as an alternative. Agriculture and livestock farming generate a large amount of waste that can serve as input for agroenergy for instance biogas production. In addition, this generates as co-product the organic fertilizer. The Federal University of Santa Catarina (UFSC) in partnership with the Company of Agricultural Research and Rural Extension (EPAGRI) and the Association Technology Without Borders Brazil have been developing a project to implement a low cost biodigester for biogas production from dairy cattle manure in Araranguá. At the same time, UFSC and EPAGRI are forming a Center for Agroecology and Agroenergy Studies. In this context, the present research aimed at identifying opportunities for the integration between production of biogas and organic fertilizer in the Ararangua region. The descriptive-qualitative work included bibliographical and documentary review and the analysis of the data regarding the type of production and the biogas production potential considering dairy cattle farms producing milk. Among the results, it was verified that the theoretical potential for biogas production would be approximately 4,000 m<sup>3</sup>. Consequently, it would be possible to produce organic fertilizer and increase agro-ecological production in the region.

**KEY-WORDS:** Biogas. Organic Fertilizer. Dairy Production. Araranguá. South of Santa Catarina.

---

<sup>2</sup> Graduanda Do Curso De Engenharia De Energia Da Universidade Federal De Santa Catarina, Campus Araranguá. E-Mail: camili.furlan@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do planeta é ameaçada constantemente pela alta exploração da terra nos processos da agricultura intensiva. Nesse cenário, fertilizantes químicos, pesticidas e mecanização são os grandes causadores de problemas ambientais como o desmatamento, assoreamento e a contaminação do solo e da água (NODARI; GUERRA, 2015). Além disso, esse tipo de manejo baseado no uso de agrotóxicos traz problemas para a saúde humana. Santos e colaboradores (2014) também comentam que a modernização da agricultura trouxe alterações nas relações de trabalho, no uso da terra, na produção agrícola e na dinâmica populacional. Para os investigadores, principalmente os agricultores familiares enfrentam dificuldades para viabilizarem sua produção frente aos desafios do mercado.

Nesse contexto, a agroecologia surgiu como uma resposta à crise socioambiental nas zonas rurais, para quais as alternativas tradicionais não servem como soluções (LOSARDO; FIGUEIREDO, 2015). Considerada tanto uma ciência como um conjunto de práticas agrícolas, a agroecologia busca formas de aperfeiçoar os sistemas agrícolas baseando-se em processos naturais. Em outras palavras, procura respeitar as interações ecológicas e a sinergia entre os componentes do agrossistema de forma a preservar e não degradar o meio (BRASIL, 2012).

A ciência por traz da agroecologia evolui constantemente, visando à coleta de informações e investigações científicas, diferenciando-se da agricultura industrial, na qual os processos já são pré-definidos e têm uma base voltada para o lucro rápido. Na produção com orientação agroecológica há um maior cuidado com as metodologias empregadas. Em outras palavras, considera-se um horizonte mais amplo de tempo e não um ciclo anual de cultivo como é feito na agricultura industrial. Os processos da agroecologia envolvem uma combinação de fatores, de regeneração ecológica e da ampliação da biodiversidade. Consequentemente, os sistemas agroecológicos têm maior necessidade de trabalho do que a agricultura industrial (CANUTO, 2011).

Canuto (2011) argumenta que a produtividade é um parâmetro importante para os agricultores. Alguns estudos citam um aumento na produtividade de sistemas de policultivo de, no mínimo, 30%, quando comparado a um sistema de monocultivo. Essa maior produtividade ocorre devido a diversos fatores. Entre esses a ocupação

dos espaços horizontais e verticais, maior captação total da luz, melhor exploração dos nutrientes do solo pelas raízes em diferentes produtividades, melhor ciclagem de nutrientes pelo bombeamento de elementos de baixo para a superfície pelas raízes mais profundas, redução da erosão, conservação da umidade do solo, produção de matéria orgânica pela deposição de restos vegetais, fixação biológica de nitrogênio.

Para apoiar esse modelo agrícola, a Câmara interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO) propôs a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), cujo o objetivo é integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável, possibilitando melhoria de qualidade de vida à população por meio da oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2012b).

O Brasil se tornou o primeiro país a criar uma política de estado específica para esse incentivo. A PNAPO foi construída de forma participativa e entrou em vigor em 2012 pelo Decreto nº 7794, de 20 de agosto. Surgiu como resposta à preocupação da sociedade e das organizações sociais do campo e da floresta sobre a necessidade da conciliação de produção em quantidade e qualidade com o menor impacto possível ao meio ambiente e à vida (BRASIL, 2012a).

Um detalhe importante da agroecologia é que por ser uma prática que tem grande parcela de resíduos na pós-produção, a mesma pode ser diretamente ligada à agroenergia. A biomassa e seus resíduos podem ser utilizados para a geração de energia renovável. Essa energia normalmente é proveniente da utilização desses biocombustíveis e produtos derivados como, por exemplo, fonte de calor (MIURA et al., 2011).

Os autores Carvalho e Marin (2011) e Miura e colaboradores (2011) afirmam que a energia proveniente da biomassa é viável por ser uma fonte renovável, que não sofre risco de escassez por ser reproduzida pela natureza e em curto período de tempo. Além disso, é uma potencial substituta para os combustíveis fósseis. Nesse contexto, todo combustível proveniente de biomassa recebe o nome de biocombustível, e as transformações desse em energia pode ser denominada agroenergia.

Os biocombustíveis gerados pela agropecuária podem variar conforme a matéria-prima. Entre esses tem-se o biogás, que pode ser proveniente da

decomposição de dejetos de animais, o bioetanol, obtido da fermentação da cana-de-açúcar, o biodiesel da transesterificação do óleo e gorduras de plantas e animais. Ademais, existem os coprodutos desses combustíveis renováveis, tais como o fertilizante orgânico proveniente da produção de biogás, o melaço do bioetanol e a glicerina do biodiesel.

Diante da possibilidade de integração entre os temas supracitados surgiu a proposta de formação de um Centro de Estudos em Agroecologia e Agroenergia das Encostas da Serra Geral. O Centro iniciou suas atividades no segundo semestre de 2018 e tem como principais parceiros a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) ambos em Araranguá (ARRUDA et al., 2018).

Também participam do projeto a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade de Ciências Florestais Aplicadas de Rottenburg, Alemanha (FHR), o Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE), a Associação dos Agricultores Ecológicos das Encostas da Serra Geral e o Núcleo de Certificação Orgânica Participativa (Rede Ecovida).

Desde 2017 o Departamento de Energia e Sustentabilidade da UFSC, em conjunto com a Associação Técnica Sem Fronteiras (TsF) e a EPAGRI, têm desenvolvido um projeto para implementação de biodigestor de baixo custo junto à um produtor de leite para produzir biogás para uma agroindústria de queijo que poderá ser usado como modelo de referência para pequenos agricultores (PEREIRA et al., 2018).

Por meio da análise o relatório do Censo Agropecuário do IBGE 2018 verificou-se na microrregião de Araranguá, que inclui 15 municípios, que entre aquelas propriedades que tem criação de animais, destaca-se a produção de gado leiteiro. Essa produção tem característica semiextensiva.

Consequentemente, a fim de contribuir com futuras atividades dentro da parceria UFSC–EPAGRI–TsF, a presente investigação objetivou identificar oportunidades para a integração entre agroenergia e agroecologia – biogás e fertilizante orgânico - na microrregião de Araranguá, considerando, especialmente, a criação de bovinos para produção leiteira na região.

## **2 METODOLOGIA**

O presente trabalho, de caráter descritivo e com abordagem qualitativa foi dividido em quatro etapas. Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica e documental, tendo como base teses, dissertações, artigos científicos, monografias, trabalhos de conclusão de curso, relatórios do IBGE, site oficiais do governo federal e dos municípios da microrregião de Araranguá, revistas de estudos, entre outros arquivos. Para coleta das informações também foi realizada consulta junto à EPAGRI e aos responsáveis pelo projeto do biodigestor de baixo custo da Associação Técnica Sem Fronteiras.

Na segunda parte foram identificadas as informações relativas aos objetivos propostos nesta investigação. Primeiramente foi caracterizada a microrregião de Araranguá. Em seguida, identificada o número de unidades produtoras. A partir desta identificação, foi estimado o potencial teórico de produção de biogás, considerando as unidades de produção leiteira, por município e na microrregião. Junto a isso, foi identificado o número de produtores locais que adotam a adubação orgânica.

A terceira etapa incluiu a análise dos dados e a discussão das oportunidades. Na parte final foram apresentadas as conclusões, limitações e sugestões para trabalhos futuros. Nas seções, a seguir, foram apresentados alguns conceitos importantes para a compreensão dos tópicos deste trabalho.

## **3 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **3.1 BIOGÁS E AGROENERGIA**

#### **3.1.1 BIOGÁS**

A produção de biogás ocorre devido a uma decomposição natural de qualquer substância orgânica. Essa decomposição acontece pela digestão anaeróbia da matéria orgânica disponível (METZ, 2013).

Conforme Alves (2016) e Chile (2014), o biogás é considerado uma mistura gasosa combustível proveniente da decomposição de biomassa por microrganismos



na ausência de oxigênio, cuja composição pode variar conforme a matéria prima utilizada e as condições de processo, tal como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Composição do biogás para determinadas matérias primas.

Componente	Resíduos agrícolas	Lodos de depuradora	Resíduos industriais	Gás de aterro
Metano	50 - 80%	50 - 80%	50 - 70%	45 - 60%
Dióxido de carbono	30 - 50%	20 - 50%	30 - 50%	40 - 60%
Água	Saturado	Saturado	Saturado	Saturado
Hidrogênio	0 - 2%	0 - 5%	0 - 2%	0 - 0,2%
Sulfureto de hidrogênio	100 - 700 ppm	0 - 1%	0 - 8%	0 - 1%
Amônia	Vestígios	Vestígios	Vestígios	0,1 - 1%
Monóxido de carbono	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	0 - 0,2%
Nitrogênio	0 - 1%	0 - 3%	0 - 1%	2 - 5%
Oxigênio	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	0,1 - 1%
Compostos orgânicos	Vestígios	Vestígios	Vestígios	0,001 - 0,6%

Fonte: Adaptada de Alves (2016).

Percebe-se que os principais produtos da digestão e presentes no biogás são o metano ( $CH_4$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), nitrogênio ( $N_2$ ), hidrogênio ( $H_2$ ), oxigênio ( $O_2$ ), e gás sulfídrico ( $H_2S$ ). Nas análises feitas por Blanco (2013) o biogás apresentou uma densidade de 1,012 kg/m<sup>3</sup> (CHILE, 2016; METZ, 2013; ALVES, 2016).

As matérias-primas mais comuns para produção do biogás são resíduos provenientes da suinocultura, pecuária e avicultura, resíduos agrícolas, industriais, de abatedouros, cervejarias, vinícolas, esgotos e soro do queijo (ALVES, 2016; METZ, 2013).

Por ser uma biodigestão causada por ação bacteriana são necessários cuidados durante todo o processo, tais como o controle de pH e temperatura, da composição do substrato, da concentração de sólidos, da manutenção de células vivas, dos diferentes grupos de microrganismos envolvidos (ALVES, 2016; SOTTI, 2014).

O processo de obtenção do biogás pode ser dividido em quatro etapas, hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese. A hidrólise inicia o processo, pois os microrganismos já existentes no resíduo não são capazes de processar matéria orgânica (M.O.) na forma inicial. Assim, na hidrólise ocorre a decomposição

das moléculas mais complexas, como proteínas, hidratos de carbono e lipídeos em compostos mais simples e assimiláveis (CHILE, 2016; KOCH, 2014).

Após a hidrólise as bactérias acidogênicas degradam os compostos solúveis, no interior de suas células, como os aminoácidos, açúcares e ácidos graxos em moléculas de cadeia mais curta. As bactérias acetogênicas são responsáveis pela oxidação dos produtos para as bactérias metanogênicas. Os ácidos graxos voláteis e álcoois são transformados em ácido acético e outros compostos pelas bactérias acetogênicas (CHILE, 2016; KOCH, 2014).

Sotti (2014) salienta que os produtos metabólicos oriundos da atividade das bactérias acidogênicas são importantes para as bactérias acetogênicas e para as arqueas metanogênicas.

A metanogênese, última etapa, envolve a ação das bactérias metanogênicas que produzem metano a partir de hidrogênio, dióxido de carbono, ácido acético, dentre outros. Um ambiente anaeróbio é necessário para essa fase do processo (CHILE, 2016).

Os processos de hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese, podem ser observados em resumo, na Figura 1.

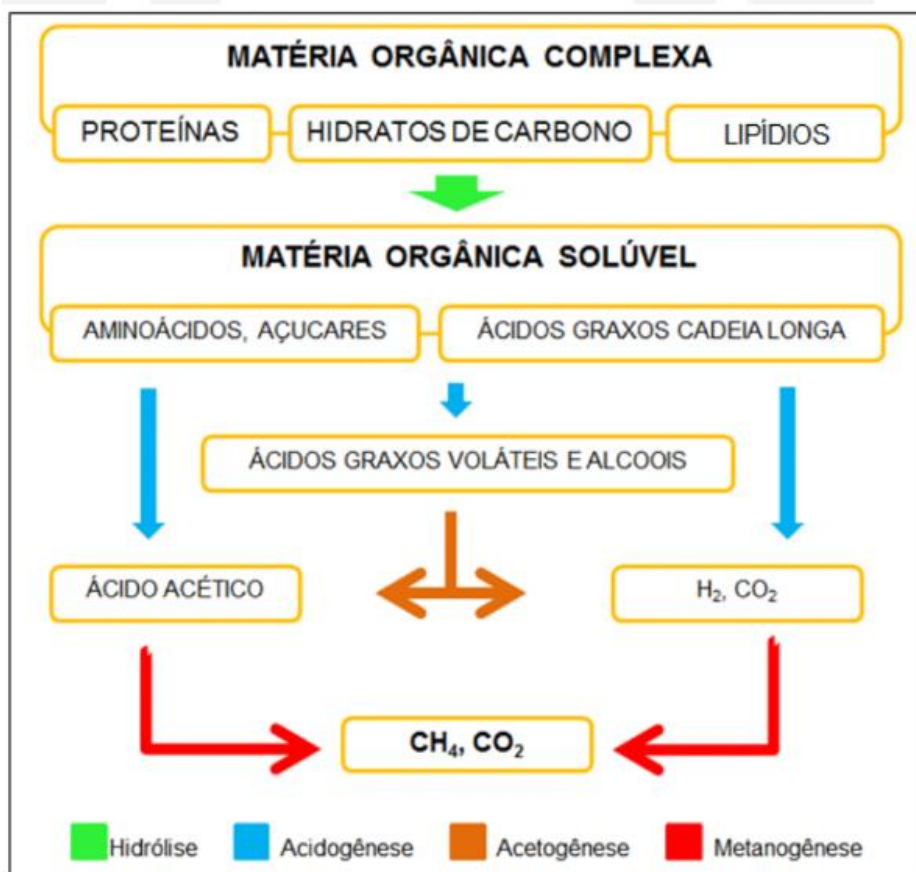


Figura 1 – Etapas de Obtenção do Biogás. Fonte: Adaptado de Koch (2014).

### 3.1.2 AGROENERGIA

A agroenergia está diretamente ligada ao aproveitamento energético de biomassa e produtos derivados. Em relação ao biogás, esse pode ser utilizado tanto para gerar eletricidade ou energia térmica como para mover um automóvel, desde que sejam empregados os tratamentos adequados para cada situação (GOMES; PIACENTI, 2016).

O poder calorífico do biogás está em torno de 5000 kcal/m<sup>3</sup> a 7000 kcal/m<sup>3</sup>, quando submetido à purificação, esse valor pode chegar até cerca de 12000 kcal/m<sup>3</sup>. Dessa maneira é um potencial substituto dos combustíveis tradicionais, tanto para uso em automóveis/motores como para uso térmico. A Figura 2 mostra a equivalência de 1 m<sup>3</sup> de biogás em relação a outros combustíveis (GOMES; PIACENTI, 2016).

COMBUSTÍVEIS	EQUIVALÊNCIA DE 1 m <sup>3</sup> DE BIOGÁS
Gasolina	0,613 litro
Querosene	0,579 litro
Óleo diesel	0,553 litro
Gás de cozinha (GLP)	0,454 litro
Lenha	1,536 kg
Álcool hidratado	0,790 litro
Eleticidade	1,428 kW

Figura 2 – Equivalência de 1m<sup>3</sup> de biogás com outros combustíveis. Fonte: Gomes e Piacenti (2016).

### 3.2 INDÚSTRIA LEITEIRA E PRODUÇÃO DE BIOGÁS

A indústria leiteira, de pequeno e grande porte, normalmente confina o animal para extração do seu produto, o leite. O tempo desse confinamento varia com o número de animais do rebanho. Ferreira (2013) comenta que além dos dejetos (fezes e urina) há também o acúmulo de restos de “cama”, restos de alimentos e água residuária da industrialização do leite. Em alguns casos esses são passíveis de reciclagem e após a extração do leite ocorrem as operações de limpeza, que exigem uma quantidade de água equivalente a aproximadamente 2,5 vezes a quantidade de leite produzida. Essa água residuária é rica em matéria orgânica biodegradável.

No Brasil, a maioria dos produtores tem propriedades de pequeno e médio porte. A limpeza do local onde ficam confinados os animais normalmente é feita com o manejo dos dejetos na forma sólida, pela raspagem dos pisos das instalações (FERREIRA, 2013). Segundo Daniel (2015), um quilo de dejetos bovino pode produzir 0,041 m<sup>3</sup> de biogás em um biodigestor e a produção média diária por bovino é de 42 quilograma de dejetos.

Ferreira (2013), entretanto, indica que um quilograma de dejetos bovino pode gerar em torno de 0,036 m<sup>3</sup> a 0,042 m<sup>3</sup> de biogás. O mesmo autor ainda ressalta que seria o suficiente para atender a demanda de biogás de uma residência rural que fica em torno de 0,023 a 0,043 m<sup>3</sup>. Ferreira (2013) ainda comenta que outros estudos consideram o peso do animal. Alguns consideraram que os dejetos representam de 8% a 11% do peso do animal, outros que o animal tem um fator de produção de 0,019 kg de esterco por quilograma do peso vivo do animal.

### **3.3 FERTILIZANTES ORGÂNICO E QUÍMICO**

Na maioria das propriedades rurais no Brasil, além da criação de animais, há a presença da agricultura seja industrial ou de subsistência. Para a produção rural a adubação ou fertilização do solo é um fator de extrema importância para a qualidade final do produto que se pretende obter (ZAMBERLAM; FRONCHETI, 2012).

Com o aumento de demanda de produção ao passar dos anos, os agricultores foram à procura de soluções para aumentar a produção da cultura. Consequentemente, houve a migração da prática natural de fertilização dos solos para a adubação química. Dessa forma, houve a adoção de fertilizantes químicos ou inorgânicos. A agricultura passou a depender cada vez mais dos fertilizantes químicos (ZAMBERLAM; FRONCHETI, 2012).

Essa migração acabou sendo conhecida como método predador, onde a utilização de insumos químicos fez os solos ficarem extremamente desgastados e desestruturados, aumentando a erosão e provocando, em algumas regiões, o processo de desertificação (ZAMBERLAM; FRONCHETI, 2012).

#### **3.3.1 FERTILIZANTE QUÍMICO OU INORGÂNICO OU MINERAL**

Os fertilizantes minerais foram desenvolvidos para suplementar os nutrientes já disponíveis no solo com intuito de suprir as exigências do mercado. A classificação usualmente utilizada, seja em fertilizantes simples ou compostos, se baseia em três macronutrientes importantes para o desenvolvimento das culturas, o Nitrogênio (N), o Fósforo (P) e o Potássio (K) (REETZ, 2016).

A Tabela 2 mostra os tipos de fertilizantes minerais encontrados no mercado (REETZ, 2016).

Tabela 2 - Tipos de Fertilizantes Minerais.

<b>Método de produção</b>	Natural - encontrado na natureza ou processado	Sintético - manufaturado por processos industriais
<b>Número de nutrientes</b>	Simples - macronutrientes primários, secundários ou micronutrientes.	Multinutrientes ou compostos - 2,3 ou mais nutrientes.
<b>Tipo de combinação</b>	Misto - mistura de dois ou mais nutrientes simples ou compostos.	Complexos - 2 ou mais nutrientes combinados quimicamente.
<b>Modo de ação</b>	Rápida - solúvel em água e imediatamente disponível.	Lenta - necessária a transformação em uma forma solúvel.
<b>Formas físicas</b>	Sólido (diferentes granulometrias), líquidos (soluções ou suspensões) e gasosos (líquido sob pressão).	

Fonte: Adaptado de REETZ (2016).

No processo de escolha de um fertilizante é importante levar em consideração as possíveis reações físicas e físico-químicas que podem ocorrer na mistura de seus compostos. A mistura desses componentes pode ser classificada de três formas: 1) misturas compatíveis, ou seja, não há reação que comprometa as características fundamentais; 2) semi-compatíveis, a mistura deve ser feita momentos antes da aplicação para evitar reações entre os componentes; 3) incompatíveis, não podem ser misturados pois afetam a eficiência dos componentes (SILVA; LOPES, 2012).

### 3.3.2 FERTILIZANTE ORGÂNICO

Os fertilizantes orgânicos foram usados há muitos anos pelas primeiras práticas agrícolas. Esses são classificados de diferentes formas, como os de origem animal, formado pelas fezes e urinas; de origem vegetal, geralmente composto por restos das plantações/plantas; de resíduos da agroindústria, como a vinhaça ou a torra de filtro produzidas em grande quantidade nas usinas sucroenergéticas; derivados de resíduos urbanos como o lodo de esgoto e, por fim, produzidos em biodigestores, que são considerados excelentes adubos orgânicos (RODRIGUES; PEREIRA FILHO, 2015).

Diante disso, a produção de biogás em biodigestores tem como coproduto o fertilizante orgânico. Esse possui teores de nutrientes considerados bons comparado

ao fertilizante químico. Os valores de macronutrientes são maiores, em sua composição, importantes para o desenvolvimento das plantações, além de um pH médio na faixa 6,9 e relação C/N (carbono-nitrogênio) é de 11/1 (BARBOSA; LANGER, 2011). Pode ser encontrado em duas formas, o fertilizante orgânico líquido e o sólido. (CHILE, 2016).

Algumas das vantagens dos fertilizantes orgânicos líquidos são que os mesmos permitem uma melhor troca de nutrientes com o solo, ajudam a manter a umidade e mantêm um microclima adequado para organismos vegetais. Também podem ser aplicados na irrigação em conjunto com a água. Em pequenas quantidades é capaz de desenvolver atividades fisiológicas e estimular o desenvolvimento de plantas, como o aumento de raízes, melhoria na folhagem e no poder germinativo das sementes, resultando em um aumento do rendimento na colheita final (CHILE, 2016).

Já os fertilizantes orgânicos sólidos têm a vantagem de dar maior coesão em solos arenosos, melhorando a retenção de nutrientes no terreno, a estrutura e a capacidade de retenção da umidade, favorecendo a atividade biológica do solo e sua porosidade. Quando combinado com matéria orgânica, acelera o processo de compostagem, inibe o crescimento de fungos e bactérias que afetam organismos vegetais e reduzem fatores de erosão (CHILE, 2016).

A utilização desses fertilizantes orgânicos pelos pequenos e médios agricultores é viável economicamente, havendo a substituição de fertilizantes químicos por coprodutos da biodigestão anaeróbia ocasionando maior rentabilidade e redução de custos (DANIEL, 2015). Lopes et al. (2017) afirmam que foram observados aumentos na produção comercial de algumas hortaliças como o pepino, tomate, alface e pimentão com a aplicação de fertilizante orgânico bovino.

Assim, percebe-se alguns efeitos do uso de materiais orgânicos no crescimento das plantas, como a melhoria das propriedades físicas e influência nas propriedades químicas (REETZ, 2016).

Vale ressaltar que o uso direto de dejetos de animais na agricultura, pode ocasionar a contaminação das plantas e do solo, pois há a possibilidade de estes conterem microrganismos causadores de doenças transmissíveis para o homem. Portanto, é importante a utilização de um biodigestor para decompor essa matéria-prima, eliminando essa preocupação e tornando o digestato - material que passou por

processo de digestão anaeróbica - uma opção economicamente e ambientalmente interessante (RODRIGUES; PEREIRA FILHO, 2015).

No Brasil algumas organizações criaram projetos para auxiliar o produtor rural na integração entre agroecologia e agroenergia. Como exemplo tem-se a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – que junto com diversos parceiros criou a Rede BiogásFert. A rede tem por objetivo oferecer à sociedade soluções tecnológicas para a produção e uso integrados de biogás e fertilizantes orgânico e organominerais a partir de dejetos animais nos diferentes sistemas de produção agropecuários (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, [201?]).

### **3.4 PROJETO BIODIGESTOR DE BAIXO CUSTO UFSC-EPAGRI-TsF**

Conforme mencionado no início deste trabalho a TsF, a UFSC e a EPAGRI estão desenvolvendo o projeto “*Técnica Sem Fronteiras: estudo e implantação de um biodigestor de baixo custo em uma pequena propriedade rural no município de Araranguá*”. Por meio de contato com os responsáveis pela implementação do projeto, obteve-se alguns dados importantes para a análise proposta por esse trabalho (ASSOCIAÇÃO TECNICA SEM FRONTEIRAS, 2018).

O estabelecimento rural em que o biodigestor foi implementado possui um total de 30 animais. Esses ficam confinados duas vezes ao dia para ordenha. No momento do confinamento há o acúmulo de dejetos (urina e fezes) que posteriormente são depositados no biodigestor. Aos dejetos é adicionado água para dar fluidez à mistura. A proporção da mistura de água e dejetos é de 1:1 (ASSOCIAÇÃO TECNICA SEM FRONTEIRAS, 2018).

O biodigestor implementado tem um volume aproximado de 7 m<sup>3</sup>. Esse atualmente está sendo abastecido a cada 15 dias. A produção de fertilizante orgânico é equivalente ao volume processado em dado período de tempo (ASSOCIAÇÃO TECNICA SEM FRONTEIRAS, 2018).

Nesse projeto, o biogás gerado será empregado na substituição parcial ou total do GLP utilizado na fábrica de queijos instalada na propriedade. A mesma consome em média seis botijões de GLP de 13 kg ao mês. O fertilizante orgânico está sendo utilizado nas lavouras do estabelecimento vizinho (ASSOCIAÇÃO TECNICA SEM FRONTEIRAS, 2018).



Para o processamento de todo o volume de dejetos produzidos em 15 dias, é utilizada apenas 50% da capacidade nominal do processamento do biodigestor. Análises futuras do material alimentado e retirado do biodigestor possibilitarão obter informações acerca da sua eficiência (ASSOCIAÇÃO TÉCNICA SEM FRONTEIRAS, 2018).

## **4 RESULTADOS E ANÁLISES**

### **4.1 MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ E A PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

A microrregião de Araranguá está localizada no extremo sul catarinense, é composta por quinze municípios. Estão entre esses o município de Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Ermo, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Praia Grande, Passos de Torres, Santa Rosa do Sul, São João do Sul, Sombrio, Timbé do Sul e Turvo (SANTA CATARINA, [201?]).

Na Figura 3 é possível verificar a caracterização dos municípios que compõem a microrregião.

## ADR 21 - ARARANGUÁ

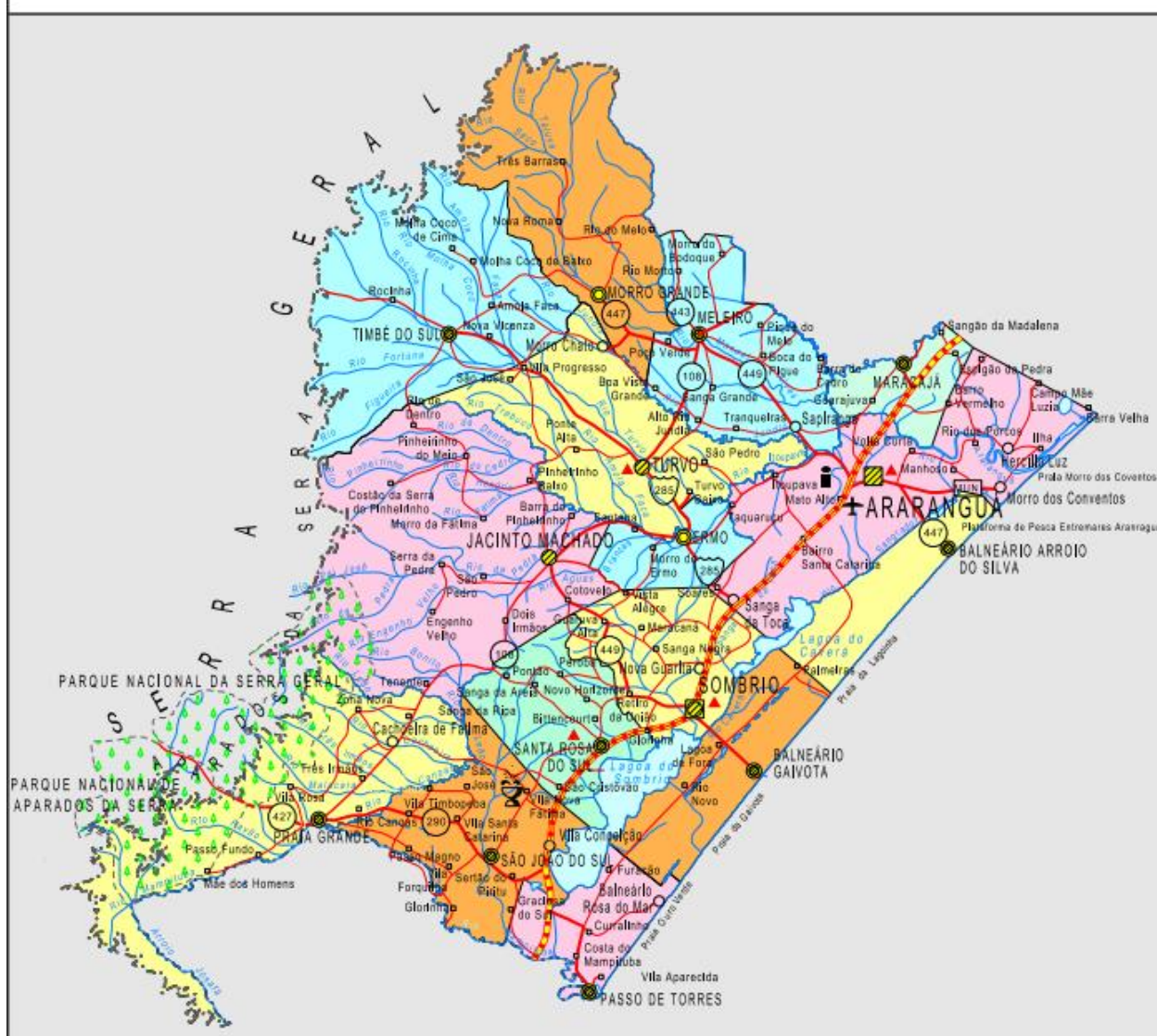
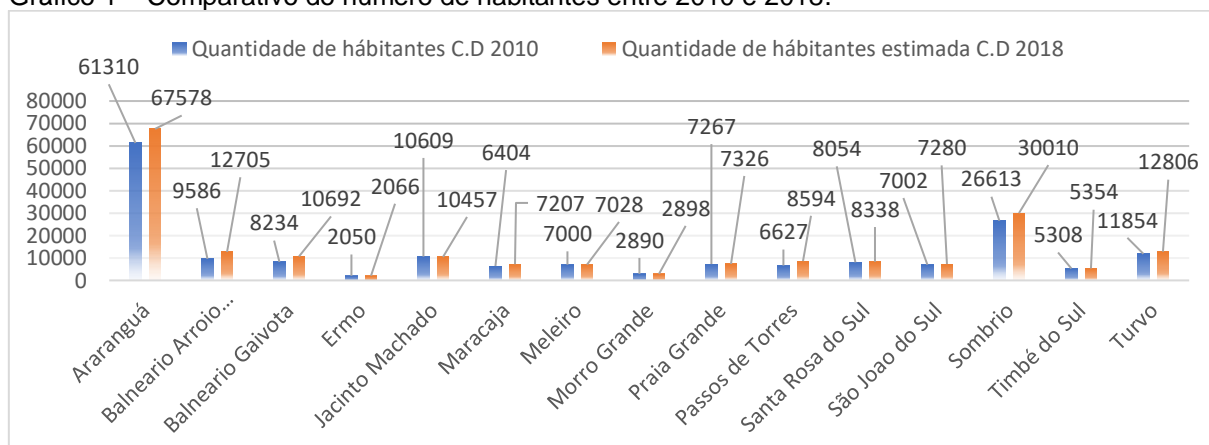


Figura 3 – Microrregião de Araranguá. Fonte: Santa Catarina, [201?].

Estima-se que a quantidade de habitantes na microrregião em 2018 é aproximadamente de 200.339. Pelo Censo Demográfico (C.D) de 2010 do IBGE a população da microrregião de Araranguá era de 180.808 habitantes, sendo 125.579 desses localizados na área urbana e 55.229 na área rural (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010, \_\_\_\_\_, 2018a; \_\_\_\_\_, 2018b; \_\_\_\_\_, 2018c; \_\_\_\_\_, 2018d; \_\_\_\_\_, 2018e; \_\_\_\_\_, 2018f; \_\_\_\_\_, 2018g; \_\_\_\_\_, 2018h; \_\_\_\_\_, 2018i; \_\_\_\_\_, 2018j; \_\_\_\_\_, 2018k; \_\_\_\_\_, 2018l; \_\_\_\_\_, 2018m; \_\_\_\_\_, 2018n; \_\_\_\_\_, 2018o.).

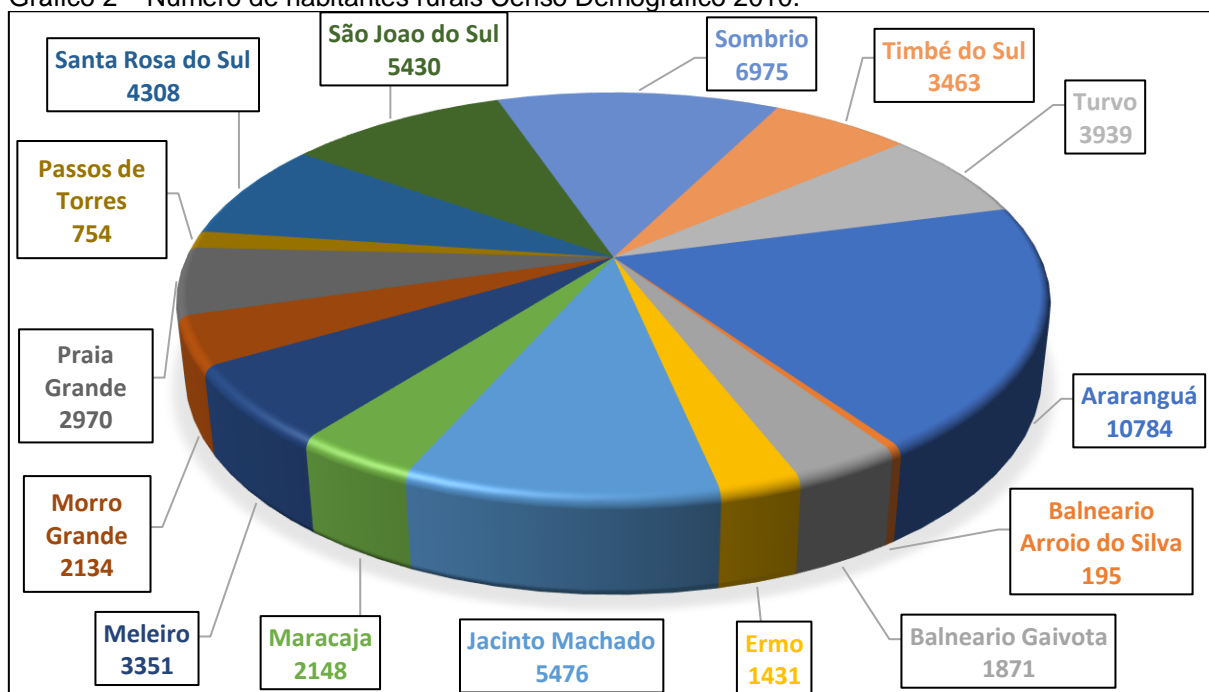
O Gráfico 1 demonstra um comparativo entre os anos de 2010 e 2018 e o Gráfico 2 apresenta o número de habitantes rurais no ano de 2010 por cidade da microrregião.

Gráfico 1 – Comparativo do número de habitantes entre 2010 e 2018.



Fonte: Organizada pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; \_\_\_\_\_, 2018a; \_\_\_\_\_, 2018b; \_\_\_\_\_, 2018c; \_\_\_\_\_, 2018d; \_\_\_\_\_, 2018e; \_\_\_\_\_, 2018f; \_\_\_\_\_, 2018g; \_\_\_\_\_, 2018h; \_\_\_\_\_, 2018i; \_\_\_\_\_, 2018j; \_\_\_\_\_, 2018k; \_\_\_\_\_, 2018l; \_\_\_\_\_, 2018m; \_\_\_\_\_, 2018n; \_\_\_\_\_, 2018o.

Gráfico 2 – Número de habitantes rurais Censo Demográfico 2010.



Fonte: Organizada pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010

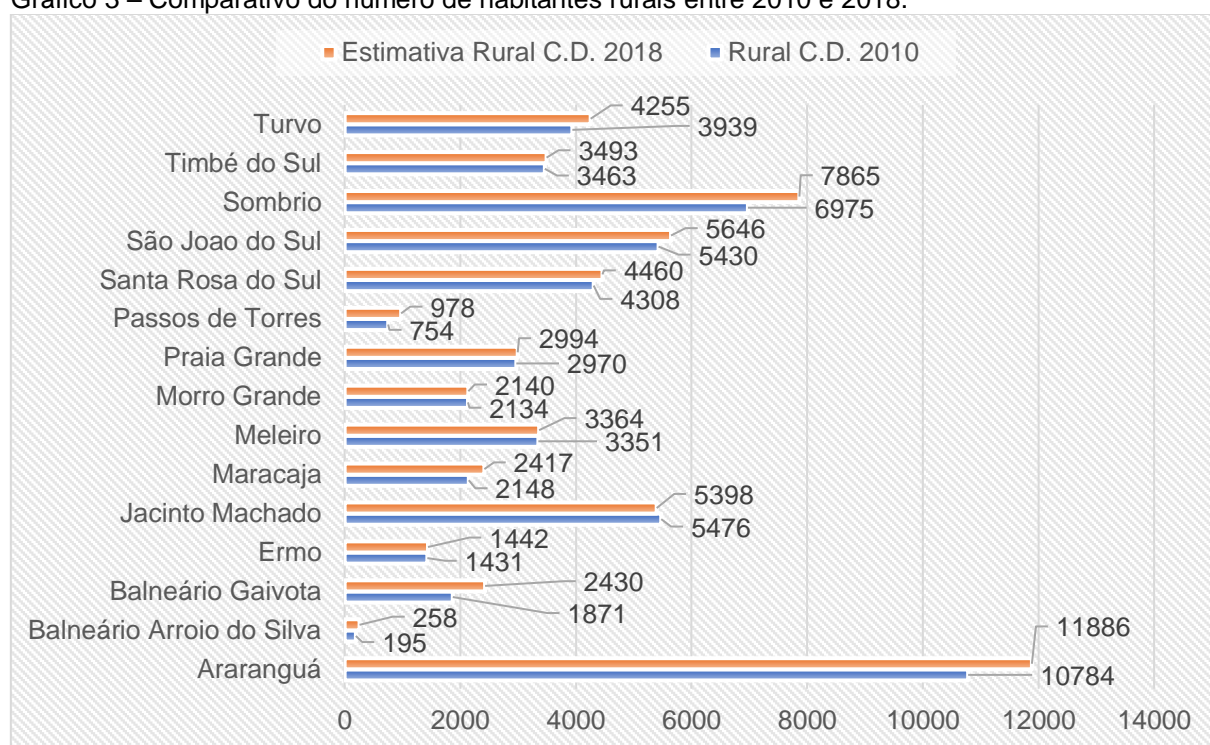
Considerando-se os dados do gráfico 1 e 2 foi possível estimar um crescimento populacional nas áreas rurais por município da microrregião de Araranguá. Para esse cálculo foram consideradas duas etapas. Na primeira obteve-se a porcentagem de população localizada nas áreas rurais no ano de 2010, esse resultado foi obtido pela Equação 1.

#### Equação 1 – Porcentagem Habitantes Urbano/Rural

$$(\%) = \left( \frac{N^{\circ} \text{ de habitantes rurais no município de referência}}{N^{\circ} \text{ total de habitantes no município de referência}} \right) * (100)$$

Assim para a última parte foi realizado uma multiplicação da porcentagem obtida na primeira etapa, pelos dados do total de habitantes de cada município observados no Censo Demográfico 2018, obtendo-se o Gráfico 3, que demonstra um comparativo entre o número de habitantes rurais entre 2010 e 2018.

Gráfico 3 – Comparativo do número de habitantes rurais entre 2010 e 2018.



Fonte: Organizada pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; \_\_\_\_\_, 2018a; \_\_\_\_\_, 2018b; \_\_\_\_\_, 2018c; \_\_\_\_\_, 2018d; \_\_\_\_\_, 2018e; \_\_\_\_\_, 2018f; \_\_\_\_\_, 2018g; \_\_\_\_\_, 2018h; \_\_\_\_\_, 2018i; \_\_\_\_\_, 2018j; \_\_\_\_\_, 2018k; \_\_\_\_\_, 2018l; \_\_\_\_\_, 2018m; \_\_\_\_\_, 2018n; \_\_\_\_\_, 2018o.

Percebeu-se nas cidades de Araranguá, Balneário Gaivota e Sombrio um destaque no aumento da população rural em comparação aos outros municípios da microrregião. Já em Jacinto Machado notou-se que a população rural diminuiu nesses 8 anos, provavelmente pela migração da população rural para zonas urbanas.

Como o foco do trabalho é a parte da população que tem renda proveniente da produção rural, pelo Censo Agropecuário de 2018, no texto será utilizado o termo estabelecimentos ou residências rurais em vez de população rural.

#### 4.1.1 ARARANGUÁ

Em 1880 a cidade de Araranguá foi oficialmente fundada. Entretanto, suas terras já eram habitadas por índios e caçadores-coletores há mais de 6000 a.C. A cidade surgiu oficialmente nos registros por volta de 1728, com abertura dos caminhos dos conventos. A mesma era considerada parte do povoado de laguna. O crescimento da população na época se deu devido à migração de povos italianos e açorianos para a região. Com a Lei Provincial 901 a cidade deixou de fazer parte de laguna em 1880 (ARARANGUÁ, 2016).

As principais atividades econômicas na região são a agricultura, a indústria e o comércio, sendo que 16% da população fazem parte do setor agrícola tendo como principais cultivos arroz, mandioca, feijão, fumo e milho (ARARANGUÁ, 2016). O censo Agropecuário do IBGE 2018 disponibiliza uma listagem mais completa do número de estabelecimentos e a produção agropecuária da região.

A produção de bovinos na região conta com um total de 806 residências rurais, sendo que dessas apenas 347 tem foco na produção leiteira. A Tabela 3 mostra mais detalhes sobre esse tipo de criação. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017a).

Tabela 3 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Araranguá

Número de estabelecimentos com bovinos	806
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	347
Quantidade de animais	11.578
Quantidade de animais que produzem leite	1.564
Quantidade de leite produzido (litros)	4.344.414

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017a).

#### 4.1.2 BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA

O nome Arroio do Silva surgiu com a alocação da família Silva às margens de um arroio que corria para o mar. A região também era ocupada por índios, sua renda se baseava na pesca e ao passar dos anos foi virando uma cidade turística, pelas belas praias. Assim como Araranguá, houve a migração na metade do século XIX de descendentes açorianos e italianos para região, tendo sua emancipação no ano de 1995 pela Lei 10.055 (BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA, 2014).

Atualmente os agricultores se dedicam a uma variedade de culturas. A produção de mandioca e milho se destacam no município, assim como a criação de bovinos que conta com 34 residências rurais. Metade destas tem foco em produção leiteira. A Tabela 4 identifica essa produção (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017b).

Tabela 4 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Balneário Arroio do Silva.

Número de estabelecimentos com bovinos	34
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	17
Quantidade de animais	1.167
Quantidade de animais que produzem leite	46
Quantidade de leite produzido (litros)	76.475

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017b).

#### 4.1.3 BALNEÁRIO GAIVOTA

Inicialmente povoado por índios e com uma intensa vinda de visitantes da antiga colônia espanhola e colonizadores portugueses, por meados de 1830, esses colonizadores adquiriram as chamadas “seis marias” dando início a colonização. A atividade econômica teve como base a cultura da pesca e lazer, assim se desenvolveu o Balneário Gaivota. Esse emancipou-se em 1995 da cidade de Sombrio pela lei 10.054 (BALNEÁRIO GAIVOTA, 2018).

A produção de maracujá, milho e mandioca se destaca na cidade, assim como a produção de bovinos que conta com um total de 113 residências rurais, desses 32 apenas tem foco na produção leiteira. Na Tabela 5 encontram-se os valores mencionados. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017c).

Tabela 5 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Balneário Gaivota.

Número de estabelecimentos com bovinos	113
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	32
Quantidade de animais	4.426
Quantidade de animais que produzem leite	256
Quantidade de leite produzido (litros)	850.606

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017c).

#### 4.1.4 ERMO

O município de Ermo teve sua emancipação em 1996, do município de Turvo. Suas terras tinham como conterrâneos alguns grupos indígenas, sua colonização começou junto com o povoamento do vale do Araranguá, primeiro pelos açorianos e em 1920 por italianos. Um dos colonizadores Pedro Simon foi o primeiro industrial do povoado, e dedicou-se a extração de madeira para fabricação de moveis. Com o passar dos anos houve o incremento industrial de porcos para abate. Também se desenvolveu as culturas de milho, batata doce e abóbora utilizadas para a engorda (ERMO, 2018).

Além disso, houve o início de culturas como o feijão, cana de açúcar, banana, arroz, dentre outros. Nos dias atuais percebe-se um destaque nas culturas de milho, fumo, mandioca e na criação galináceos/galinhas para a produção de ovos, bovinos para produção de leite e suínos para abate. A Tabela 6 mostra que a produção bovina está presente em 142 residências e que 67 dessas produzem leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017d).

Tabela 6 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Ermo.

Número de estabelecimentos	142
Número de estabelecimentos que produzem leite	67
Quantidade de animais	1.846
Quantidade de animais que produzem leite	236
Quantidade de leite produzido (litros)	546.770

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017d).

#### 4.1.5 JACINTO MACHADO

Por muitos anos esse município foi chamado de Volta Grande, devido à volta que o rio Serra da Pedra fez entre a cidade e o bairro Gávea. Sabe-se que o caminho feito na época da colonização era sempre feito seguindo o rio e essa região era habitada por caboclos. Em 1930 o nome do município foi alterado em homenagem ao General da Guerra do Paraguai, Jacinto Machado Bitencourt (JACINTO MACHADO, 2018).

A produção de maracujá e banana se destacam nessa região, com um total de 415 residências que produzem banana e 104 que produzem maracujá. Nas lavouras temporárias há um destaque na produção de arroz com 272 residências rurais, fumo

com 127 e milho com 284. Na parte de pecuária da região, os bovinos têm destaque com um total de 562 residências rurais, sendo que dessas 210 são voltadas para a produção de leite. A Tabela 7 mostra mais detalhes sobre essa produção bovina (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017e).

Tabela 7 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Jacinto Machado.

Número de estabelecimentos com bovinos	562
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	210
Quantidade de animais	8.259
Quantidade de animais que produzem leite	920
Quantidade de leite produzido (litros)	1.720.956

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017e).

#### 4.1.6 MARACAJÁ

A colonização do município de Maracajá se assemelha muito à de Araranguá, por serem cidades vizinhas. A colonização açoriana e italiana nessa região deu-se devido à construção do ramal Ferroviário da Estrada de Ferro. Tem como destaque o desenvolvimento agrícola e industrial. As culturas de arroz e fumo são predominantes na área (MARACAJÁ, 2018).

No censo agropecuário IBGE 2018, confirma-se que o cultivo de arroz e fumo, junto ao de milho são os mais representativos da região. Na parte da pecuária destaca-se a criação de galináceos/galinha e bovinos. Na produção de bovinos, como visto na Tabela 8, há um total de 209 residências rurais, sendo que dessas 74 são responsáveis pela produção leiteira da região (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017f).

Tabela 8 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Maracajá.

Número de estabelecimentos com bovinos	209
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	74
Quantidade de animais	5.692
Quantidade de animais que produzem leite	465
Quantidade de leite produzido (litros)	1.165.518

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017f).



#### 4.1.7 MELEIRO

Antes de se nominar Meleiro, a região era conhecida pela passagem de tropeiros com suas mulas, transportando mercadorias. Essa passagem era utilizada pois ligava o litoral praiano e o planalto serrano. A migração de famílias começou em 1892, esses eram descendentes de bugres com portugueses, que vinham da Bahia, os mesmos se dedicaram a pesca e caça, passando a explorar a agricultura e pecuária em pequena escala apenas para sua própria sobrevivência (MELEIRO, 2018).

Após alguns anos começaram a chegar algumas famílias italianas com intuito de fixar a cidade na localidade de Sanga Das Pedras, entretanto, acharam melhor fundar a colônia nas margens de terra ao redor do rio Manoel Alves. Esses imigrantes também se dedicaram a agricultura e pecuária. Atualmente a região conta com cultivo variados (MELEIRO, 2018).

Pelo Censo Agropecuário IBGE 2018, nota-se que os cultivos de arroz e milho tem maior destaque na região, junto a isso a criação de galinhas para produção de ovos e bovinos, totalizando 587 residências voltadas para agropecuária e 683 residências voltadas a pecuária. A tabela 9, demonstra que dessas 683 residências voltadas a pecuária, cerca de 367 focam na criação de animais bovinos e que dentro dessas mais da metade, 196, são responsáveis pela produção de leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017g).

Tabela 9 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Meleiro.

Número de estabelecimentos com bovinos	367
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	196
Quantidade de animais	4.113
Quantidade de animais que produzem leite	1.159
Quantidade de leite produzido (litros)	3.293.745

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017g).

#### 4.1.8 MORRO GRANDE

Em 1918 houve a primeira vinda de colonizadores para região. O nome Morro Grande veio devido ao local ser cercado de morros, planaltos e planícies. Os colonizadores eram descendentes de italianos que vieram das cidades próximas. Inicialmente houve a derrubada de árvores para na cidade para dar espaço para

agricultura. Atualmente a maioria da população vive na zona rural e trabalha com o cultivo de plantas e criação de animais (MORRO GRANDE, 2018).

A economia da região é baseada na produção de arroz, fumo, milho, madeira e também na produção de cortes de frango. A produção de bovinos conta com 252 residências rurais, sendo que dessas 197 são voltadas a produção leiteira. A Tabela 10 mostra mais detalhadamente a produção junto com a quantidade total desses animais na região (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017h).

Tabela 10 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Morro Grande.

Número de estabelecimentos com bovinos	252
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	197
Quantidade de animais	2.901
Quantidade de animais que produzem leite	1.009
Quantidade de leite produzido (litros)	2.314.952

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017h).

#### 4.1.9 PRAIA GRANDE

Os colonizadores portugueses foram os primeiros estrangeiros a virem habitar o local. Esses foram responsáveis pelo desenvolvimento da região com aberturas de lojas, hospitais, engenhos de açúcar e café, dentre outras culturas de subsistência (PRAIA GRANDE, 2018).

De acordo com o Censo Agropecuário IBGE 2018 a região tem como destaque a produção de banana, milho e arroz e também a criação de bovinos, galináceos e suínos, destinados a produção de leite, ovos e o abate, respectivamente. Pela Tabela 11, percebe-se, que 209 residências são responsáveis pela produção de bovinos na região, mas apenas 32 produzem leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017i).

Tabela 11 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Praia Grande.

Número de estabelecimentos com bovinos	209
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	32
Quantidade de animais	2.851
Quantidade de animais que produzem leite	97
Quantidade de leite produzido (litros)	223.875

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017i).

#### 4.1.10 PASSO DE TORRES

O município tem sua origem baseada na cultura açoriana. No local havia o trânsito de mercadorias e pessoas que vinham de Laguna ao território de São Pedro do Rio Grande. Na época esses locais a margem de rios eram conhecidos por passos. Desta forma, originou-se o nome da cidade, pois sua localização é próxima do rio Mampituba e sua foz. Inicialmente a região era ocupada pelo “homem do sambaqui” que viviam de caça e pesca, e posteriormente era habitada por Bugres e Guainas, que já utilizavam a agricultura rudimentar. Os mesmos foram afastados do local com a chegada dos imigrantes de origem portuguesa, italiana, alemã e espanhola (PASSOS DE TORRES, 2018).

As principais atividades econômicas atualmente na região são o turismo, a pesca e a agropecuária. Pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017j), o cultivo de milho tem maior destaque com um total de 42 residências rurais e na parte da pecuária a criação de bovinos tem um total de 236 estabelecimentos sendo que desses 76 são voltados a produção de leite. A Tabela 12, abaixo, demonstra esses resultados mais detalhadamente, em relação à produção de bovinos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017j).

Tabela 12 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Passos de torres.

Número de estabelecimentos com bovinos	236
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	76
Quantidade de animais	2.344
Quantidade de animais que produzem leite	236
Quantidade de leite produzido (litros)	741.745

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017j).

#### 4.1.11 SANTA ROSA DO SUL

Essa região era habitada por índios nômades, sendo os espanhóis os primeiros estrangeiros a fazer contato, seguidos pelos imigrantes italianos, alemães, africanos e portugueses, vindos do Rio Grande do Sul para a região por volta de 1860. O município fazia parte de Sombrio e era passagem de tropeiros que desciam a serra. Em 1988 o município se emancipou e recebeu o “do Sul” em seu nome para diferenciá-la de outra cidade do país com o mesmo nome Santa Rosa (SANTA ROSA DO SUL, 2018).

Pelo Censo Agropecuário IBGE 2018 a região tem como destaque a produção de banana, maracujá, milho, mandioca e fumo, com um total de 140, 124, 160, 96 e 87 residências rurais responsáveis por esse cultivo respectivamente. Na parte da pecuária a criação de bovinos com 312 residências se destaca entre outras criações de animais. A Tabela 13 demonstra que dessas 312 residências apenas 92 tem foco na produção leiteira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017k).

Tabela 13 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Santa Rosa do Sul.

Número de estabelecimentos com bovinos	312
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	92
Quantidade de animais	5.560
Quantidade de animais que produzem leite	832
Quantidade de leite produzido (litros)	2.230.250

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017k).

#### 4.1.12 SÃO JOÃO DO SUL

O município foi inicialmente colonizado por alemães nos meados de 1860. O povoado que ali vivia era denominado passo do sertão, devido a uma passagem do Rio Sertão. No local haviam também uma quantidade significativa de indígenas, sendo esses os primeiros habitantes do local. Em 1870 a cultura do local teve uma influência grande devido à chegada de imigrantes açorianos. Entretanto, a colonização só foi considerada realizada em 1900 com a chegada de descendentes de alemães e portugueses, sendo responsáveis pela cultura da região e o desenvolvimento da agricultura (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [201?]).

Segundo dados do último Censo Agropecuário do IBGE (2017), a produção de milho na região consta com um total de 322 residências rurais, sendo a cultura mais plantada na região, seguida pelo fumo com 231 residências, mandioca com 149 e arroz com 143. Na parte da pecuária, a produção de bovinos tem um total de 424 residências, se destacando quando comparada a outras criações de animais. A Tabela 14, mostra que dessas apenas 68 tem foco em produzir leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017l).

Tabela 14 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em São João do Sul.

Número de estabelecimentos com bovinos	424
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	68
Quantidade de animais	6.933
Quantidade de animais que produzem leite	425
Quantidade de leite produzido (litros)	1.505.439

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017I).

#### 4.1.13 SOMBRIO

A história de Sombrio começa com os índios que habitavam a região. As furnas e a maior lagoa de água doce do estado foram responsáveis por chamarem a atenção de descendentes de portugueses que ali estabeleceram moradia. Diante disso, a curiosidade trouxe novos imigrantes que vieram em busca de terras férteis para novas plantações. Segundo registros históricos, a produção mais antiga da região foi o cultivo de mandioca, base da economia até a década de 1950, utilizada para a produção de polvilho (SOMBRIO, 2018).

Atualmente mandioca é cultivada por cerca de 173 residências rurais de sombrio, seguindo junto o cultivo de milho com 181, e fumo com 182. Na pecuária, a produção de bovinos é distribuída em 333 residências, sendo que quase metade dessas, 162, tem foco na produção leiteira, como visto na Tabela 15 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017m).

Tabela 15 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Sombrio.

Número de estabelecimentos com bovinos	333
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	162
Quantidade de animais	5.034
Quantidade de animais que produzem leite	690
Quantidade de leite produzido (litros)	1.127.300

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017m).

#### 4.1.14 TIMBÉ DO SUL

Os imigrantes italianos deslocados de Nova Veneza/SC foram os primeiros moradores da região, que vieram ao município graças a um incentivo oferecido pelo Governo Federal. Algumas famílias receberam do Governo Imperial a maioria das terras da região, que foram vendidas posteriormente a outros imigrantes. O desenvolvimento de Timbé do Sul começou com a abertura da estrada geral entre

Araranguá e Rocinha. O nome do local mudou três vezes. Primeiramente o município foi nomeado de 'Corticeira', em seguida 'Rocinha' e, por fim, Timbé do Sul nos meados de 1968 (TIMBÉ DO SUL, 2018).

No município de Timbé do Sul destacam-se as culturas de milho e fumo, totalizando 395 residências rurais, junto a isso há criação de bovinos, galináceos e suínos com um total de 737 residências rurais. Desses 737 estabelecimentos, como mostra a Tabela 16, 285 são voltados à criação de bovinos e desses apenas 176 para a produção de leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017n).

Tabela 16 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Timbé do Sul.

Número de estabelecimentos com bovinos	285
Número de estabelecimentos com bovinos leiteiros	176
Quantidade de animais	4.525
Quantidade de animais que produzem leite	776
Quantidade de leite produzido (litros)	1.585.078

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017n).

#### 4.1.15 TURVO

Os imigrantes italianos foram os primeiros a dar início à colonização do município de Turvo, com a construção de um engenho de farinha e de uma serraria. Isso fez o local atrair mais colonos para a vizinhança e, assim, foi crescendo. Consequentemente houve a abertura das primeiras vendas e a construção da primeira capela. Atualmente, Turvo é conhecida como a capital catarinense do arroz irrigado e da mecanização agrícola (TURVO, 2018).

No município cerca de 387 residências rurais são responsáveis pelo cultivo de arroz, junto a esse cultivo o milho tem seu destaque totalizando 368 residências rurais. Na parte da pecuária a região se destacam a criação de bovinos, galináceos e suínos com um total de 1089 residências rurais. Dessas, 451 residências são responsáveis pela criação de bovinos. A Tabela 17 mostra que das 451, 259 residências criam esses animais para a produção de leite (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017o).

Tabela 17 – Quantidade de estabelecimentos rurais na criação de bovinos em Turvo.

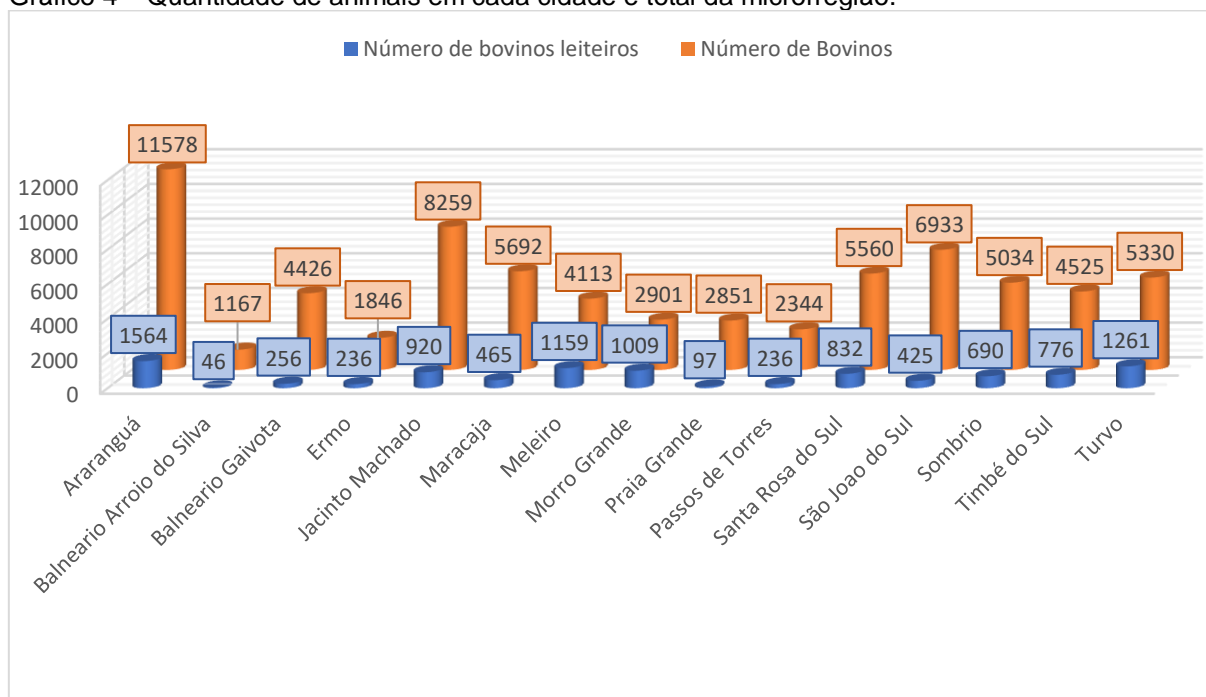
Número de estabelecimentos	451
Número de estabelecimentos que produzem leite	259
Quantidade de animais	5.330
Quantidade de animais que produzem leite	1.261
Quantidade de leite produzido (litros)	3.058.329

Fonte: Organizada pelo autor com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017o).

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS QUANTIDADE DE UNIDADES GERADORAS DE BIOMASSA

Como visto nas tabelas anteriores, a microrregião de Araranguá tem um total de 4.735 residências rurais. Dessas, 2.005 estabelecimentos são responsáveis pela produção leiteira da região, somando um total de 72.559 unidades de animais na microrregião, entretanto, apenas 9.972 são produtores de leite. O gráfico 4 apresenta detalhadamente por município a quantidade de unidades geradoras de dejetos da bovinocultura leiteira em comparação com o ao total de bovinos por município da microrregião em estudo.

Gráfico 4 – Quantidade de animais em cada cidade e total da microrregião.



Fonte: Organizada pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; \_\_\_\_\_, 2017a; \_\_\_\_\_, 2017b; \_\_\_\_\_, 2017c; \_\_\_\_\_, 2017d; \_\_\_\_\_, 2017e; \_\_\_\_\_, 2017f; \_\_\_\_\_, 2017g; \_\_\_\_\_, 2017h; \_\_\_\_\_, 2017i; \_\_\_\_\_, 2017j; \_\_\_\_\_, 2017k; \_\_\_\_\_, 2017l; \_\_\_\_\_, 2017m; \_\_\_\_\_, 2017n; \_\_\_\_\_, 2017o.

Com esses dados foi simulado, com embasamento teórico, o potencial de produção de biogás por município e a produção total da microrregião. Vale ressaltar que não foi possível identificar a número de animais que cada estabelecimento rural possui, portanto, foi feito um cálculo médio, sem levar em consideração esses detalhes.

#### **4.3 POTENCIAL TEÓRICO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR MUNICÍPIO E DA MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ**

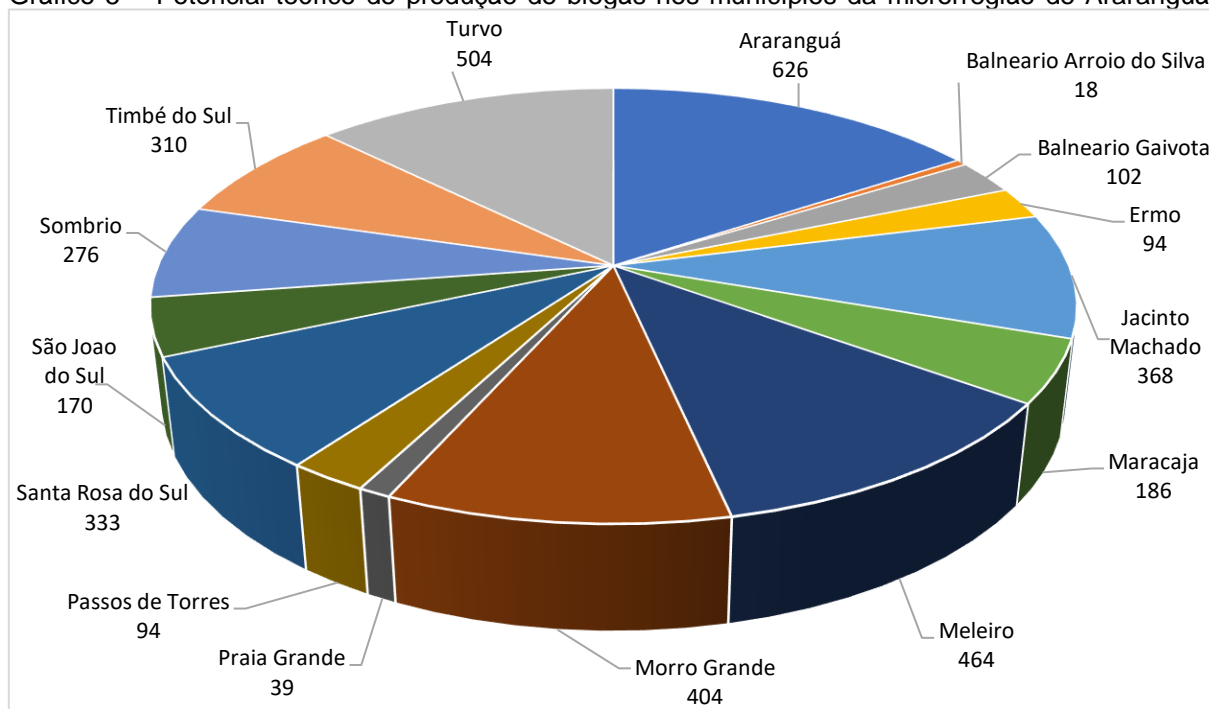
Para iniciar essa análise considerou-se que em uma propriedade rural a ordenha de bovinos leiteiros é realizada duas vezes ao dia e que essa ordenha dura em torno de três horas, obtendo um total de seis horas de confinamento ao dia, ou seja, 1/4 do dia. A partir desse cenário, foram realizados cálculos dos valores de dejetos produzidos pelos bovinos conforme proposto por Daniel (2015), levando em consideração o tempo de confinamento de seis horas ao dia. Assim, foi definido que cada animal produz aproximadamente dez quilos de esterco por tempo de confinamento. Ressalta-se que não foi levada em consideração a raça do animal.

Já para dimensionar a quantidade de biogás que um quilograma de dejetos produz, foi feita uma análise dos dados de acordo com por Ferreira (2013) e Daniel (2015) e calculado uma média dos valores disponíveis. Dessa forma, considerou-se que cada quilograma de esterco produz cerca de 0,04 m<sup>3</sup> de biogás. Isso resulta em 0,4 m<sup>3</sup> de biogás gerado por animal no tempo de confinamento.

O gráfico 5 demonstra o comparativo do potencial de produção de biogás por município da microrregião.



Gráfico 5 – Potencial teórico de produção de biogás nos municípios da microrregião de Araranguá.



Fonte: Autor.

Pelos dados obtidos, estimou-se que a microrregião de Araranguá tem um potencial de geração de biogás por dia de aproximadamente 4000 m<sup>3</sup>. O município de Araranguá destaca-se com a maior porcentagem do potencial para produção de biogás da microrregião, seguido pelos municípios de Turvo e Meleiro.

No entanto, nessa estimativa não estão incluídas considerações acerca da sua conversão no biodigestor, sendo necessários estudos mais detalhados da viabilidade técnica e econômica de processamento de toda a quantidade de dejetos produzidos.

#### 4.4 TIPOS DE ADUBAÇÃO UTILIZADA NA MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ

A Tabela 18, a seguir, apresenta os tipos de adubação ou fertilização de solo mais utilizados na microrregião de Araranguá.

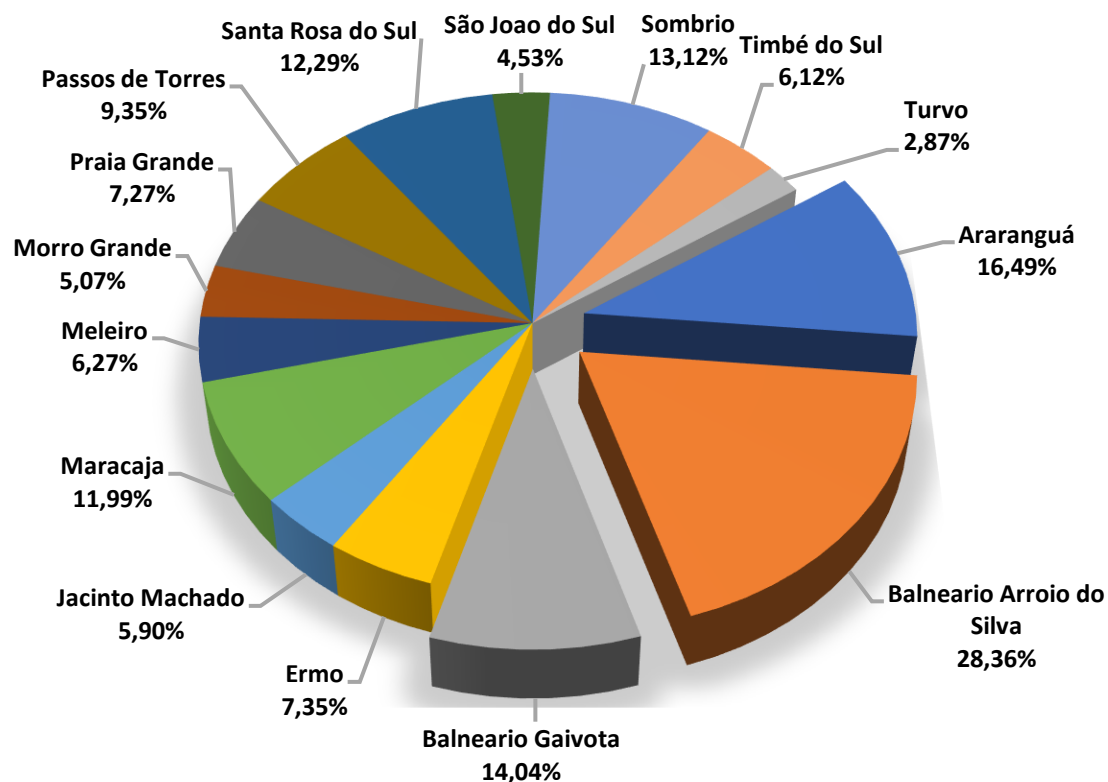
Tabela 18 – Número de estabelecimentos rurais e tipos de adubação utilizada

Cidades	Número de propriedades rurais que utilizam adubação				
	Química	Química e Orgânico	Orgânico	Não utiliza	Número total de estabelecimentos rurais
Araranguá	292	415	197	291	1.195
Balneário Arroio do Silva	11	8	19	29	67
Balneário Gaivota	27	72	25	54	178
Ermo	124	49	15	16	204
Jacinto Machado	390	347	52	93	882
Maracajá	87	84	32	64	267
Meleiro	276	139	33	78	526
Morro Grande	145	114	17	59	335
Praia grande	242	29	25	48	344
Passos de Torres	25	36	10	36	107
Santa Rosa do Sul	127	258	66	86	537
São João do Sul	280	352	33	63	728
Sombrio	152	304	79	67	602
Timbé do Sul	201	87	24	80	392
Turvo	427	161	19	54	661

Fonte: Organizada pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA, 2017a; \_\_\_\_\_, 2017b; \_\_\_\_\_, 2017c; \_\_\_\_\_, 2017d; \_\_\_\_\_, 2017e; \_\_\_\_\_, 2017f; \_\_\_\_\_, 2017g; \_\_\_\_\_, 2017h; \_\_\_\_\_, 2017i; \_\_\_\_\_, 2017j; \_\_\_\_\_, 2017k; \_\_\_\_\_, 2017l; \_\_\_\_\_, 2017m; \_\_\_\_\_, 2017n; \_\_\_\_\_, 2017o.

Nesta tabela nota-se que a maioria dos agricultores da microrregião fazem uso de adubação química. Entretanto, uma pequena parcela usa a adubação orgânica. O Gráfico 6 demonstra a porcentagem de estabelecimentos rurais que utilizam adubação orgânica.

Gráfico 6 – Porcentagem por município de estabelecimentos que utilizam adubação orgânica.



Fonte: Realizado pelo autor com base no INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017a; \_\_\_\_\_, 2017b; \_\_\_\_\_, 2017c; \_\_\_\_\_, 2017d; \_\_\_\_\_, 2017e; \_\_\_\_\_, 2017f; \_\_\_\_\_, 2017g; \_\_\_\_\_, 2017h; \_\_\_\_\_, 2017i; \_\_\_\_\_, 2017j; \_\_\_\_\_, 2017k; \_\_\_\_\_, 2017l; \_\_\_\_\_, 2017m; \_\_\_\_\_, 2017n; \_\_\_\_\_, 2017o.

Assim verifica-se que os maiores usuários de fertilizante orgânicos são os municípios de Balneário Arroio do Silva com 28,36%, totalizando 19 dos 67 estabelecimentos rurais, Araranguá com 16,49%, Balneário Gaivota com 14,04%, Sombrio com 13,12%, Santa Rosa com 12,29% e Maracajá com 11,99%.

Esses representam 40% dos municípios totais da microrregião de Araranguá que fazem o uso de adubação orgânica. A partir dos resultados a respeito da presença de gado leiteiro nos municípios que já utilizavam fertilizantes orgânicos, apresentados na seção 4.2, percebeu-se uma oportunidade para ampliar a produção orgânica nas cidades por meio da integração entre produção de biogás e fertilizante orgânico.

## 4.5 OPORTUNIDADES PARA A INTEGRAÇÃO DE BIOGÁS E FERTILIZANTE ORGÂNICO

A implementação de biodigestores nos municípios da microrregião de Araranguá, principalmente nos municípios de Araranguá, Turvo e Meleiro, onde o potencial teórico de produção de biogás estimado foi maior (Tabela 22), seria economicamente viável, pois como visto na Figura 03, 1 m<sup>3</sup> de biogás é equivalente a 0,613 litros de gasolina ou 0,454 litros de GLP.

No exemplo do projeto do biodigestor de baixo custo desenvolvido na parceria UFSC-EPAGRI-TsF o biogás gerado deverá substituir parcial ou totalmente o GLP utilizado nos fogões da fábrica de queijo, conforme descrito por Pereira et al (2018). Considerando os dados dispostos pela Associação Técnica Sem Fronteiras (2018) o biodigestor do projeto foi projetado com um volume de 7 m<sup>3</sup> ou 7000 litros, e a propriedade rural tem em torno de 30 bovinos leiteiros.

Levando em consideração os dados utilizados no tópico 4.3 desse trabalho, a propriedade rural desse projeto teria um potencial teórico de produção de biogás de aproximadamente de 12 m<sup>3</sup>/dia. Isso ocorreria se toda a quantidade de dejetos disponíveis no dia fossem biodegradados. Entretanto não é possível considerar os valores e análises técnicas seriam necessárias.

Pelos dados obtidos com a Associação Técnica Sem Fronteiras (2018) sabe-se que o gasto médio do produtor, na unidade de estudo, é de aproximadamente 6 botijões de gás GLP ao mês e levando em consideração que cada botijão tem o valor, no mercado atual, aproximado de 70,00 reais, ao final de um mês a redução de gastos seria em torno de 420,00 reais e ao ano em torno de 5.040,00 reais. Isso demonstra que mais produtores de leite da região poderiam reduzir seus custos com a substituição do GLP por biogás.

Verifica-se que centros de pesquisa que investigam o potencial para uso de biomassa para produção de biogás consideram os seguintes aspectos: 1) *quantidade ou o volume disponível de resíduo*, porque sem uma quantidade mínima deste torna-se inviável a produção de biogás; 2) *qualidade*, para que o produto e coproduto gerados atendam especificações necessárias; 3) *localização* em que se encontra, porque se o resíduo estiver em locais de difícil acesso poderá tornar o projeto economicamente inviável; e 4) *disponibilidade de matéria orgânica* em um

determinado período de tempo, já que um biodigestor para manter constante sua produção deve ser abastecido em intervalos regulares de tempo.

Dessa forma, esses são aspectos importantes para determinar se o biogás gerado poderá ser utilizado somente para processos térmicos ou também para geração de energia elétrica. Análises tanto técnicas como econômicas são fundamentais para determinação dos usos. Na região sul de Santa Catarina percebe-se que em várias cidades há oportunidades para o uso térmico principalmente nas propriedades de pequena escala.

Como os autores Barbosa e Langer (2011) apontaram, a produção de biogás tem como coproduto o fertilizante orgânico. Desse modo, torna-se possível a migração do agricultor que utiliza adubação química para a adubação orgânica. Paralelamente, aquele agricultor que já faz uso do fertilizante orgânico pode ampliar a sua produção.

Outro aspecto importante de ser mencionado com relação ao atual projeto que está sendo implementado por meio da parceira UFSC-Epagri-TsF é que o biofertilizante líquido é produzido pelo biodigestor em quantidade equivalente ao volume de mistura que foi abastecida. Estudos físico-químicos do fertilizante também serão importantes para verificar sua composição e eficiência.

Deve-se levar em conta que o excedente de fertilizante orgânico pode ser comercializado. Dessa forma, sua comercialização pode significar também uma nova fonte de renda para o produtor rural.

Conforme verificado, a EMBRAPA, tem desenvolvido por meio da Rede BiogásFert soluções tecnológicas para a produção e uso integrados de biogás e fertilizantes orgânicos e organominerais a partir de dejetos animais ([BRASIL, 201?]). Essa experiência de trabalho em rede também pode ser interessante para o Centro de Estudos em Agroecologia e Agroenergia das Encostas da Serra Geral. Uma possível aproximação dos parceiros de tal centro com a EMBRAPA pode ser interessante para troca de experiências e possível desenvolvimento de projetos conjuntos. Apesar de o projeto local estar utilizando tecnologias de baixo custo, sempre há experiências e aprendizados que podem ser compartilhados.

Cabe destacar que todas as oportunidades citadas anteriormente tem uma grande importância para proteção ambiental e climática. A substituição dos combustíveis fósseis seja para fins térmicos ou elétricos, por biocombustíveis colabora

para a redução dos impactos e das emissões. Por fim, ressalta-se que a oferta de produtos orgânicos agrega valor à produção local e faz bem à saúde do consumidor.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme proposto inicialmente, neste trabalho foi possível caracterizar a microrregião de Araranguá que é composta por quinze municípios. Entre esses estão as cidades de Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Ermo, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Praia Grande, Passos de Torres, Santa Rosa do Sul, São João do Sul, Sombrio, Timbé do Sul e Turvo. Também foi determinada a população total da microrregião e por município.

Com a caracterização foi identificado o número de unidades produtoras de dejetos bovinos leiteiros em cada cidade e na microrregião. As cidades de Araranguá, Turvo, Meleiro e Morro Grande se destacam na produção com um total de 1564, 1261, 1159 e 1009 unidades, respectivamente. Na microrregião foi identificado que há um total de 9972 unidades produtoras de leite.

A investigação também permitiu estimar o potencial teórico de produção de biogás por município e na microrregião, considerando a produção leiteira estimada em 2018. As cidades de Araranguá, Turvo e Meleiro se destacaram com valores de potencial teórico superiores a 450 m<sup>3</sup> de biogás gerados ao dia e a microrregião geraria em torno de 4000 m<sup>3</sup>/dia.

Entre os produtores da microrregião verificou-se que 646 produtores adotam a adubação orgânica, 2455 adotam a mistura da adubação orgânica com insumos químicos e que 2806 usam apenas adubação química. Em termos de porcentagem, percebeu-se que apenas 9,2% dos estabelecimentos rurais da microrregião adotam a prática de usar insumos orgânicos para a fertilização do solo. Entretanto verificou-se que a presença de gado leiteiro nesses municípios é significativa.

A partir disso há a oportunidade de obtenção de biogás e biofertilizante, ou seja, é possível ampliar a produção orgânica. O biogás pode ser utilizado tanto como para gerar energia elétrica como térmica. No caso da adoção de biodigestores de baixo-custo o uso térmico é mais adequado e reduz os custos de produção, por exemplo, por meio da substituição do GLP. Para a geração de energia elétrica é importante verificar a relação custo-benefício do investimento.

O fertilizante pode ser utilizado nos cultivos agrícolas do agricultor, tendo como resultado uma possível migração da adubação química para orgânica. Outro aspecto importante é a possibilidade de redução de gastos com insumos para a adubação. O pequeno produtor também poderá obter uma renda extra com a comercialização do fertilizante orgânico.

Os estudos relativos ao biodigestor de baixo custo podem ser de grande relevância para a microrregião de Araranguá, considerando o número de produtores de gado leiteiro que há em cada município. Entretanto, é importante que testes sejam feitos com o biogás e o fertilizante gerados para que se verifique aspectos como qualidade e eficiência, a fim de garantir melhorias ou adaptações no projeto. As investigações também podem colaborar para a melhoria no manejo do gado leiteiro e de seus dejetos.

Entre as principais oportunidades para a integração de agroenergia e agroecologia destaca-se que para implementação de um biodigestor nas propriedades rurais é importante considerar quatro aspectos, isto é, quantidade, qualidade, localização e disponibilidade dos resíduos.

Ressalta-se também que neste trabalho não foi possível identificar o número de animais e tão pouco a raça dos rebanhos nos estabelecimentos rurais. Nesse sentido, não é possível estimar a real capacidade de produção de biogás e fertilizante orgânico.

Assim para investigações futuras sugere-se que sejam identificados o número de animais por propriedade, a raça do animal, o tempo e o tipo de confinamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à Professora Dra. Kátia Cilene Rodrigues Madruga, pela orientação neste trabalho e, principalmente, por compartilhar seu conhecimento e pelo tempo despendido.

Aos responsáveis pelo Projeto “*Técnica Sem Fronteiras: estudo e implantação de um biodigestor de baixo custo em uma pequena propriedade rural no município de Araranguá*”, por sua disponibilidade e interesse em contribuir com dados necessários para a análise deste trabalho.

À EPAGRI pelas orientações que deram início a coleta de dados.

À Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de realização do curso de graduação de Engenharia de Energia.

Ao programa Bolsa Estudantil que viabilizou a realização do curso.

E, por fim, à minha mãe, por seu apoio e paciência.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Vítor Manoel Carneiro. **Análise de Produção de Inovação Tecnológica do Biogás no Brasil de 2006 a 2016**. 2016. 62 f. TCC - Curso de Engenharia de Bioprocessos, Universidade Federal de São João Delrei, Ouro Branco, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.cibiogas.org/#!/trabalhos>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ARARANGUÁ. Prefeitura Municipal De Araranguá. **História**. 2016. Disponível em: <<https://www.ararangua.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/5338>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ARRUDA, Roberto et al. **Centro De Estudos Em Agroecologia E Agroenergia Do Extremo Sul Catarinense – CEAA-SC**. Araranguá. 2018. Disponível em: <<http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/7-sict-sul/paper/view/2517>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO TECNICA SEM FRONTEIRAS. **Estudo e implantação de um biodigestor de baixo custo em uma pequena propriedade rural no município de Araranguá**. Araranguá. 2018. Disponível em: <<http://www.tecnicasemfronteiras.com.br/>>. Acessado em: 01 nov. 2018.

BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA. Prefeitura Municipal De Balneário Arroio Do Silva. **Histórico**. 2014. Disponível em: <<https://www.arriodosilva.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/32794>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BALNEÁRIO GAIVOTA. Prefeitura Balneário Gaivota. **Histórico**. 2018. Disponível em: <<http://www.balneariogaivota.sc.gov.br/municipio/historico/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BARBOSA, George; LANGER, Marcelo. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – Acsa**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p.87-96, jun. 2011. Disponível em: <<https://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/view/864>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BRASIL. CAISAN. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. **A agroecologia e o direito humano à alimentação adequada**. 16. ed. Brasília, 2012. 32 p. Relatório de Olivier de Schutter, relator especial da ONU, para Direito à Alimentação, apresentado ao conselho de Direitos Humanos - Item 3 da agenda



“Promoção e proteção de todos os direitos humanos, direitos civis, políticos, econômicos, sociais e culturais, inclusive o direito ao desenvolvimento.”

BRASIL. DECRETO Nº 7.794, DE 20 DE AGOSTO DE 2012a. **Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica**. Brasília, DF, 20 ago. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm)>. Acesso em: 11 nov. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Brasil agroecológico: Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo)**. 2012b. Disponível em: <<http://www.agroecologia.gov.br/politica>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

CANUTO, J. C. Mitos sobre Agroecologia. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 2, resumo 10816, 2011. Edição dos resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55944/1/2011AA83.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

CARVALHO, Simone Pereira de; MARIN, Joel Orlando Bevilaqua. Agricultura familiar e agroindústria canavieira: impasses sociais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 49, n. 3, p.681-707, set. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032011000300007&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000300007&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 31 out. 2018.

CHILE. MARIO AVILA GROTHUSEN. **Biogás de recursos agropecuários en la región de los ríos: Aspectos Generales, Experiencias y Potencial de Producción**. Valdivia: Imprenta América de Osorno, 2016. 100 p. Disponível em: <<https://www.goredelosrios.cl/wp-content/uploads/2018/01/Libro-Biogas-PRDSAP-Regi%C3%B3n-de-Los-R%C3%ADos.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

DANIEL, Thamiris da Rocha. **Avaliação dos afluentes e efluentes em sistemas de biodigestores em escala real para a produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos da pecuária leiteira**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFJF\\_29f748b99a428b14aed94eb6e8a2bfb4](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFJF_29f748b99a428b14aed94eb6e8a2bfb4)>. Acesso em: 30 out. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Suínos e Aves. **Rede Biogás Fert**. [201?]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert/biogas>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

ERMO. Prefeitura Municipal de Ermo. **Histórico**. 2018. Disponível em: <<https://www.ermo.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16246>>. Acesso em: 30 out. 2018.

FERREIRA, Livia Maria Soares. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros com e sem separação da fração sólida**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2013.  
Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96527>>. Acesso em: 30 out. 2018.

GOMES, Ana Carolina Alves; PIACENTI, Carlos Alberto. A Viabilidade Econômico-Financeira do Biogás para Uso Veicular na Região de Toledo, Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 37, n. 130, p.83-97, jun. 2016.  
Disponível em:  
<<http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/760>>.  
Acesso em: 30 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CENSO 2010**. 2010.  
Disponível em:<<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=42&dados=212>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Araranguá: Censo Agropecuário 2017a. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ararangua/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Araranguá: Panorama 2018a. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ararangua/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Balneário Arroio do Silva: Censo Agropecuário 2017b. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/balneario-arroio-do-silva/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Balneário Arroio do Silva: Panorama 2018b. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/balneario-arroio-do-silva/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Balneário Gaivota: Censo Agropecuário 2017c. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/balneario-gaivota/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Balneário Gaivota: Panorama 2018c. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/balneario-gaivota/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Ermo: Censo Agropecuário 2017d. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ermo/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Ermo: Panorama 2018d. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ermo/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades**: Jacinto Machado: Censo Agropecuário 2017e. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/jacinto-machado/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Jacinto Machado: Panorama 2018e. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/jacinto-machado/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Maracajá: Censo Agropecuário 2017f. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/maracaja/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Maracajá: Panorama 2018f. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/maracaja/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Meleiro: Censo Agropecuário 2017g. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/meleiro/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Meleiro: Panorama 2018g. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/meleiro/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Morro Grande: Censo Agropecuário 2017h. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/morro-grande/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Morro Grande: Panorama 2018h. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/morro-grande/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Passos de Torres: Censo Agropecuário 2017j. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/passo-de-torres/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Passos de Torres: Panorama 2018j. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/passo-de-torres/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Praia Grande: Censo Agropecuário 2017i. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/prai-grande/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Praia Grande: Panorama 2018i. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/prai-grande/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Santa Rosa do Sul: Censo Agropecuário 2017k. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/santa-rosa-do-sul/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Santa Rosa do Sul: Panorama 2018k. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/santa-rosa-do-sul/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** São João do Sul: Censo Agropecuário 2017l. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-joao-do-sul/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** São João do Sul: Panorama 2018l. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-joao-do-sul/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Sombrio: Censo Agropecuário 2017m. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sombrio/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Sombrio: Panorama 2018m. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sombrio/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Timbé do Sul: Censo Agropecuário 2017n. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/timbe-do-sul/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Timbé do Sul: Panorama 2018n. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/timbe-do-sul/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Turvo: Censo Agropecuário 2017o. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/turvo/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Turvo: Panorama 2018o. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/turvo/panorama>>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **São João do Sul.** [201?]. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/santacatarina/saojoaodosul.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

JACINTO MACHADO. Prefeitura de Jacinto Machado. **Município.** 2018. Disponível em: <<https://www.jacintomachado.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16471>>. Acesso em: 30 out. 2018.

KOCH, Fábio Fernandes. **Avaliação da viabilidade técnica quanto a obtenção de biometano através da purificação de biogás em meio aquoso: um estudo de caso do projeto consórcio verde brasil.** 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/594/1/2014F%C3%A1bioFernandesKoch.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

LOPES, Marcela Caetano et al. Effect of application leaf in biofertilizer arugula seedlings production under different substrates. **Nucleus**, [s.l.], v. 14, n. 1, p.177-188, 30 abr. 2017. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2690/2439>>. Acesso em: 31 out. 2018.

LOSARDO, Paola Maia; FIGUEIREDO, Rodolfo Antônio de. A construção do campo da Agroecologia e sua relação com o desenvolvimento rural. **Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.337-360, 13 jul. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2015v12n1p337>>. Acesso em: 31 out. 2018.

MARACAJÁ. Prefeitura de Maracajá. **Histórico**. 2018. Disponível em: <<https://www.maracaja.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16528>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MELEIRO. Prefeitura Municipal de Meleiro. **Histórico**. 2018. Disponível em: <<https://www.meleiro.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16569>>. Acesso em: 30 out. 2018.

METZ, Hugo Leonardo. **Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos**. 2013. 40 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação Latu Sensu em Formas Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4514/1/TCC\\_Constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20um%20biodigestor%20caseiro%20para%20demonstra%C3%A7%C3%A3o%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20e%20biofertilizante%20em%20escolas%20situadas%20em%20meios%20urbanos](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4514/1/TCC_Constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20um%20biodigestor%20caseiro%20para%20demonstra%C3%A7%C3%A3o%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20e%20biofertilizante%20em%20escolas%20situadas%20em%20meios%20urbanos)>. Acesso em: 30 out. 2018.

MIURA, Adalberto K. et al. Avaliação De Áreas Potenciais Ao Cultivo De Biomassa Para Produção De Energiae Uma Contribuição De Sensoriamento Remoto E Sistemas De Informações Geográficas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p.607-620, jun. 2011. ISSN 0100-6916. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-69162011000300020&lng=en&nrm=1&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-69162011000300020&lng=en&nrm=1&tlng=pt)>. Acesso em: 30 out. 2018.

MORRO GRANDE, 2018. Prefeitura Municipal. **Histórico**. 2018. Disponível em: <<https://www.morrogrande.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/56940>>. Acesso em: 30 out. 2018.

NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 29, n. 83, p.183-207, abr. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142015000100183&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000100183&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 31 out. 2018.

PASSOS DE TORRES. Prefeitura Municipal De Passo De Torres. **História**. 2018. Disponível em:

<<https://www.passodetorres.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/21527> >. Acesso em: 30 out. 2018.

PEREIRA, Gustavo da Silveira et al. **Estudo e implantação de um biodigestor de baixo custo para geração de biogás em uma unidade familiar com criação de vacas leiteiras**. Araranguá. 2018. Disponível em: <<http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/7-sict-sul/paper/view/2596>>. Acesso em: 30 out. 2018.

PRAIA GRANDE. Prefeitura de Praia Grande. **Sua História**. 2018. Disponível em: <<https://www.praiagrande.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/42410>>. Acesso em: 30 out. 2018.

REETZ, Harold F. **Fertilizantes e seu uso Eficiente**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2016. 179 p. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. Edição em português, ANDA, São Paulo, Brasil, Setembro 2017. Disponível em: <<http://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

RODRIGUES, José Avelino Santos; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre. **Sorgo - O produtor Pergunta, a Embrapa Responde**.: Manejo e Uso da Adubação Orgânica e Biológica. Brasília: Embrapa, 2015. 332 p. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Pg. 100 - 121. Disponível em: <<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000032-ebook-pdf.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. **ADR 21**: Araranguá. [201?]. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/mapas/mapas-1/secretarias-regionais/575-adr-ararangua/file>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SANTA ROSA DO SUL. Prefeitura Municipal de Santa Rosa do Sul. **História**. 2018. Disponível em: <<https://www.santarosadosul.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/43205> >. Acesso em: 30 out. 2018.

SANTOS, Cristiane Fernandes dos et al. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n.2, p.33-50, abr-jun, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31731560004>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SILVA, Douglas Ramos Guelfi; LOPES, Alfredo Scheid. **Princípios Básicos Paraformulação E Mistura Defertilizantes**. 89. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras departamento de Ciência do Solo, 2012. 46 p. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-89.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SOMBRIÓ. Prefeitura Municipal de Sombrio. **História**. 2018. Disponível em: <<https://www.sombrio.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/68834>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SOTTI, Gustavo de. **Biogás de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos de restaurante universitário com efluente sanitário**. 2014. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2420/1/LD\\_COEAM\\_2013\\_2\\_09.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2420/1/LD_COEAM_2013_2_09.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

TIMBÉ DO SUL. Câmara Municipal De Vereadores De Timbé Do Sul. **História de Timbé do Sul**. 2018. Disponível em: <<http://www.camaratimbedosul.sc.gov.br/historia/1-historico-1>>. Acesso em: 30 out. 2018.

TURVO. Prefeitura Municipal de Turvo. **Município**. 2018. Disponível em: <<https://www.turvo.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16689>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ZAMBERLAM, Jurandir; FRONCHETI, Alceu. **Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis: Vozes, 2012.